ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Année 1961 N° 2

LES TECHNIQUES FRIGORIFIQUES MODERNES A L'ABATTOIR D'AGEN

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en Février 1961

DEVANT LA

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE TOULOUSE

PAR

ABRIAT (Robert-Eugène)

Né le 23 Février 1932 à LIMOGES (Haute-Vienne)

JURY
- *Président :* M. ANDRIEU, Professeur à la Faculté de Médecine.
- *Assesseurs :* M. DARRASPEN, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire.
- *Assesseurs :* M. LOMBARD, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire.

IMPRIMERIE OUVRIÈRE
6, Rue Bayard. — TOULOUSE.

1961

LES TECHNIQUES FRIGORIFIQUES MODERNES A L'ABATTOIR D'AGEN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548920_0099

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

Année 1961 N° 2

LES TECHNIQUES FRIGORIFIQUES MODERNES A L'ABATTOIR D'AGEN

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en Février 1961

DEVANT LA

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE TOULOUSE

PAR

ABRIAT (Robert-Eugène)

Né le 23 Février 1932 à LIMOGES (Haute-Vienne)

JURY

Présidesnt : M. ANDRIEU, Professeur à la Faculté de Médecine.

Assesseurs M. DARRASPEN, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire.

M. LOMBARD, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire.

IMPRIMERIE OUVRIÈRE
6, Rue Bayard. — TOULOUSE.

1961

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

PERSONNEL ENSEIGNANT

	MM.
DIRECTEUR. . . .	PONS.
PROFESSEUR HONORAIRE. . .	LASSERRE.

PROFESSEURS

	MM.
Physique - Chimie Biologique. . . .	GODFRAIN.
Pharmacie - Toxicologie. . . .	
Hygiène du lait. . . .	
Anatomie descriptive - Extérieur. . . .	BLIN.
Anatomie appliquée. . . .	
Physiologie. . . .	LE BARS.
Pharmacodynamie - Thérapeutique. . . .	
Histologie - Embryologie. . . .	LOMBARD
Anatomie pathologique. . . .	
Inspection des viandes. . . .	
Zoologie appliquée - Botanique. . . .	BRIZARD.
Parasitologie externe. . . .	
Parasitologie interne. . . .	
Pathologie médicale des Equidés et Carnivores. . . .	DARRASPEN.
Législation vétérinaire. . . .	
Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour. . . .	TOURNUT.
Pathologie chirurgicale. . . .	PUGET.
Technique chirurgicale. . . .	
Pathologie de la Reproduction. . . .	BERTHELON.
Obstétrique. . . .	
Microbiologie - Immunologie. . . .	SAURAT.
Maladies Contagieuses. . . .	
Police sanitaire. . . .	
Ethnologie. . . .	PONS.
Hygiène. . . .	
Agronomie. . . .	
Alimentation. . . .	
Zootechnie générale. . . .	
Economie rurale. . . .	

CHEFS DE TRAVAUX

	MM.
Maladies Contagieuses. . . .	LAUTIE, Agrégé.
Zootechnie. . . .	FALIU, Agrégé.
Pathologie Médicale - Législation Vétérinaire. . . .	LESCURE, Agrégé.
Anatomie pathologique. . . .	GOULARD.
Pathologie Chirurgicale. . . .	CAZIEUX.
Pathologie de la Reproduction. . . .	ROYAL.
Chimie Biologique - Pharmacie. . . .	MILHAUD.

CHARGES D'ENSEIGNEMENT. — COURS COMPLEMENTAIRES

	MM.
Radiologie. . . .	AUVERGNAT.
Droit vétérinaire. . . .	LINON.
Botanique. . . .	MORQUER.
Pisciculture. . . .	SECONDAT.
Agronomie. . . .	BRISEBOIS.
Economie Rurale. . . .	MONTANÉ DE LA ROQUE

ASSISTANT

	M.
Pathologie Médicale du Bétail. . . .	LACAZE.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté, en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole, en date du 13 juin 1924).

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A LA MÉMOIRE DE

MA MERE

A MON PERE

Il fut toujours pour moi d'une grande bonté. Sa compréhension et son indulgence resteront gravées en ma mémoire. Pour tous les sacrifices qu'il s'est imposés, qu'il trouve dans cet ouvrage le bien modeste témoignage de ma profonde reconnaissance.

A MA FEMME

La tendresse dont elle m'entoura, sa confiance en l'avenir me furent au cours de mes études le meilleur réconfort. Qu'elle voie dans ce travail que je lui dédie le gage de mon profond amour.

A MA FILLE

A MA FAMILLE

A MES BEAUX-PARENTS

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR ANDRIEU

De la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR CH. LOMBARD

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Chevalier de la Légion d'honneur

Vous nous avez accueilli dans votre laboratoire avec la plus grande bienveillance, nous prodiguant durant ces quatre années vos précieux conseils. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

MONSIEUR LE PROFESSEUR E. DARRASPEN

De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Officier de la Légion d'honneur

Qui a bien voulu faire partie de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A MONSIEUR LE DOCTEUR G. GOULARD

Chef de travaux d'Anatomie Pathologique
à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Pour la bienveillance qu'il nous témoigna lors de notre séjour au laboratoire d'Anatomie Pathologique.

A MONSIEUR CARPENTER

Ingénieur Frigoriste

Pour le chaleureux accueil qu'il nous réserva aux Entrepôts Frigorifiques d'Agen et pour l'aide bienveillante qu'il nous apporta lors de l'élaboration de cette thèse.

INTRODUCTION

Devant l'ampleur que prend, de nos jours, l'industrie frigorifique dans le domaine de la conservation des denrées alimentaires, tant d'origine végétale qu'animale, il est intéressant d'étudier, sur le plan régional, quelques réussites de la technique moderne en matière de production de froid. Dans ce but, M. le Professeur LOMBARD *nous proposa d'effectuer une étude sur les techniques frigorifiques utilisées à l'abattoir d'Agen. Un travail détaillé, sur cette question, nécessiterait des connaissances techniques importantes en matière de froid que nous ne possédons pas. Nous essaierons, au cours de cet ouvrage, de dégager les données essentielles nécessaires pour juger de l'importance de l'installation et de sa valeur en matière de conservation et d'hygiène des denrées périssables.*

Après avoir étudié succinctement l'action du froid dans la conservation des produits animaux ou végétaux, nous décrirons plus en détail le matériel frigorifique de l'entrepôt d'Agen. Ainsi édifiés sur les possibilités d'un tel établissement, nous énumérerons, enfin, les différents produits traités et les conditions de leur préparation.

PREMIERE PARTIE

Les avantages que présente l'usage du froid des points de vue hygiénique, économique et social dans la conservation des denrées alimentaires

Parmi les nombreux moyens de conservation des denrées alimentaires, l'utilisation du froid est, sans doute, celui le plus utilisé. Cela est dû au fait qu'il est le seul à modifier au minimum les qualités premières des produits du point de vue organoleptique, tout en assurant une innocuité parfaite aux aliments qui, lui étant soumis dans de bonnes conditions sont, eux-mêmes, dénués de pouvoir toxique ou pathogène. Le froid peut aussi être employé comme moyen d'assainissement de certaines denrées, en particulier des viandes faiblement parasitées. L'usage du froid présente, en plus des avantages concernant la salubrité des produits, des avantages économiques et sociaux.

Pour ces raisons, que nous allons passer en revue plus en détail, il a pris une extension telle que l'importance d'un pays se reflète dans sa puissance frigorifique, au même titre que dans sa puissance métallurgique et industrielle.

1. — CONSERVATION DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE ET VEGETALE.

Le mode d'action du froid, en tant qu'agent conservateur des denrées alimentaires, peut s'expliquer par trois processus : le blocage de certaines enzymes, l'inhibition de la prolifération microbienne lors de la putréfaction, l'arrêt des fermentations dans le stockage des fruits. Les deux dernières actions découlent, en partie, de la première qui est déterminante.

a) *Blocage enzymatique.* — Les enzymes étant des catalyseurs chimiques d'un type un peu particulier, elles sont soumises aux mêmes lois que ces derniers. Elles ont une activité maximum pour une température donnée qui est leur température optimum d'action, ainsi que pour une réaction du milieu donnée. La température optimum d'action est, en général, voisine de 35°C pour les enzymes d'origine animale. En deçà et au-delà de cette température, l'activité diastasique diminue régulièrement pour finir par s'annuler. Si l'on note sur un graphique l'activité d'une enzyme en fonction de la température, on obtient une courbe en cloche, voisine des courbes de GAUSS.

Cependant, suivant que l'on considère la partie en deçà ou la partie au-delà de la température optimum, l'explication de la décroissance de l'activité diastasique est différente. Pour une température supérieure, il se produit une décomposition quantitative de plus en plus importante du catalyseur organique, pour arriver à une décomposition totale de celui-ci avec l'arrêt de toute action enzymatique sans réversibilité possible.

Au contraire, pour une température inférieure, la diminution de l'activité diastasique suit les lois de la chimie classique. Comme pour le cas précédent, on arrivera à une action nulle mais sans décomposition; il y aura réversibilité et lorsque la température augmentera à nouveau, l'enzyme sera alors capable de catalyser les mêmes réactions qu'elle permettait auparavant. Cette explication nous permet, d'ores et déjà, de comprendre la nécessité d'avoir une chaîne du froid continue. En effet, si pour une raison quelconque, les denrées soumises à l'action du froid venaient à être réchauffées, il y aurait immédiatement reprise de l'action enzymatique et par là même, altération du produit.

Ce blocage des enzymes par le froid est particulièrement manifeste dans la conservation des glandes telles que thyroïdes, pancréas, ovaires, testicules et de la bile, en vue de la préparation de médicaments opothérapiques. Ces produits doivent être, aussitôt après l'abattage, placés à une température voisine de — 20°C. S'il s'écoulait un certain temps entre la mort de l'animal et l'action du froid, il y aurait une attaque des tissus par les différentes enzymes qu'elles contiennent. Ainsi, il est un fait couramment observé lors d'autopsies tardives d'animaux, c'est de trouver dans un état de digestion avancée le pancréas, l'intestin et l'estomac. Ces organes apparaissent ramollis, en partie lysés par la trypsine pancréatique, la pepsine gastrique ou le suc intestinal. Il en est de même dans la conservation des œufs; le froid limite, de manière identique, l'attaque des lipides du jaune par les lipases.

b) *Inhibition des processus microbiens de la putréfaction.* — La putréfaction des viandes est due à l'action fermentaire de bactéries appartenant à

différents groupes. Ces micro-organismes sont pour la plupart banaux et ubicuitaires, tels les staphylocoques et les germes du genre Protcus. On les trouve dans toutes sortes de milieux. Durant la vie de l'individu, ces bactéries sont présentes dans le tube digestif. Elles traversent la barrière intestinale peu de temps après la mort, pour passer dans les différents organes et dans les muscles. Elles s'attaquent alors aux tissus qu'elles colonisent et les décomposent, grâce aux nombreuses diastases élaborées par elles. Si les conditions dans lesquelles se trouvent les viandes leur sont favorables, c'est-à-dire si la température est suffisamment élevée, 35°C environ, les bactéries se multiplient activement, entraînant une rapide putréfaction. L'action de ces micro-organismes est sensiblement identique à celle des enzymes, car elle est subordonnée à l'action de leurs propres diastases. Si l'on considère l'action bactérienne en fonction de la température, on obtient de la même façon une courbe de Gauss avec un maximum d'action pour une température optimum voisine de 35°C. Le pouvoir fermentaire des bactéries s'annulera sans réversibilité possible à des températures de l'ordre de 60°C. Il est cependant des variétés qui résistent à des températures plus élevées. L'action du froid sur ces microbes est identique à celle observée sur les enzymes. Lorsque la température s'abaisse, on assiste parfois à la mort du germe, mais le plus souvent, il survit à l'état latent, dénué de pouvoir fermentaire, mais capable de se multiplier à nouveau si les conditions de vie redeviennent favorables. Il existe pourtant des germes qui ne sont paralysés qu'à des températures inférieures à 0°C, c'est le cas des bactéries cryophiles et de certaines espèces anaérobies protéolyti-

ques, dont le pouvoir fermentaire est encore sensible bien au-dessous de 0°C.

Nous voyons donc tout l'intérêt que l'on peut retirer de l'usage du froid, dans la conservation des viandes. Il est tout de même prudent de noter qu'aux basses températures, les germes microbiens ne sont pas détruits et qu'ils peuvent retrouver toute leur activité lorsque la température revient à une valeur suffisante pour que reprennent leurs métabolismes. Toute rupture dans la chaîne du froid sera donc préjudiciable à la conservation des denrées souillées, même faiblement par les bactéries de la putréfaction. L'idéal, pour obtenir une conservation parfaite des carcasses, serait donc d'associer à l'action du froid, une asepsie rigoureuse lors de l'abattage. C'est une utopie, car les sources de souillure des viandes lors de l'abattage, du parage et de l'habillage, sont très nombreuses. Il est, cependant, facile de les diminuer, sinon de les supprimer. Nous avons vu que les germes de la putréfaction provenaient pour une grande partie du tube digestif, il faudra donc veiller à ce qu'après l'abattage, les viscères soient, le plus rapidement possible, retirés du cadavre et que les instruments utilisés par les bouchers soient propres. L'hygiène du personnel est aussi indispensable. Si toutes ces conditions sont remplies effectivement, le froid permettra une excellente conservation des denrées d'origine carnée.

c) *Arrêt des fermentations lors du stockage des fruits.* — Nous venons de voir le mode d'action du froid sur les enzymes, puis sur les agents microbiens responsables de la détérioration des viandes; l'action du froid dans la conservation des fruits relève de ces deux mécanismes. En effet, dans le com-

portement des fruits après le ramassage, il existe deux sortes de fermentations : une fermentation aseptique et une fermentation d'origine microbienne. Le premier type de fermentation est le fait du pouvoir de vie anaérobie que possèdent les végétaux lorsqu'ils sont privés d'oxygène. Ce n'est en fait qu'une respiration incomplète, réduite aux premiers stades du catabolisme. Lorsqu'un organe végétal se trouve dans un certain état d'anaérobiose, il n'en continue pas moins à vivre; cela fut montré expérimentalement par LECHARTIER et BELLAMY. Le mécanisme de cette fermentation est uniquement enzymatique, en dehors de toute présence microbienne. Il est donc régi par les mêmes lois que nous avons vu précédemment et, plus particulièrement celles concernant l'action du froid. Le froid a, vis-à-vis de cette fermentation aseptique, un rôle modérateur, en inhibant l'action des enzymes responsables. A première vue, un tel mécanisme de fermentation anaérobie peut sembler ne pas être en cause dans la conservation des fruits, étant donné que ceux-ci ne sont pas conservés dans un local privé d'air. Ce serait avoir une idée fausse que de le penser. En effet, si la périphérie du fruit, c'est-à-dire son enveloppe et ses couches superficielles, peut être en contact avec l'air grâce à une certaine perméabilité, il n'en est pas de même des couches profondes. Il est d'ailleurs courant de trouver des fruits présentant une certaine fermeté, mais dont la partie centrale, ramollie dégage une odeur alcoolique ou d'éthylène. Ce phénomène est fréquent pour les poires. Il est dû à une fermentation aseptique sans intervention d'agents mycosiques. Le froid, dans ce domaine, offre de grandes possibilités. Grâce à son action sur les enzymes, il ralentit les processus de maturation des fruits et de fermentation, en même

temps qu'il prolonge leur vie en diminuant les échanges respiratoires. Quant aux fermentations provoquées par des micro-organismes, le mécanisme d'action est sensiblement le même dans le règne végétal que dans le règne animal. Il est, cependant, quelques différences relatives aux espèces microbiennes en cause et aux produits résultant de leur action. Ici, ce ne sont plus les bactéries qui sont les agents fermentaires, mais des champignons microscopiques des genres *Penicillium* ou *Aspergillus*. Les produits issus des fermentations ne sont pas l'ammoniac et l'hydrogène sulfuré malodorants que l'on trouve dans la putréfaction, mais des alcools comme l'alcool éthylique, parfois de l'éthylène, qui ne sont pas d'odeur désagréable. De même que pour les bactéries, le froid agit sur ces champignons en diminuant leur prolifération et en inactivant leurs diastases responsables des fermentations. Il est, notamment, un caractère commun dans l'action du froid sur la putréfaction et les fermentations : si, au cours de la conservation, il se produit une rupture de la chaîne du froid, les processus reprennent très rapidement, entraînant une détérioration sensible des produits dans des délais très courts.

A la suite de ce bref rappel sur l'action du froid dans la conservation des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale, il est facile de comprendre le rôle primordial que joue ce moyen de conservation, du point de vue de l'hygiène de l'alimentation. Cependant le froid, sauf cas exceptionnels, la stérilisation des viandes ladres par exemple, n'est pas un agent stérilisateur, mais seulement un agent modérateur et inhibiteur. Il ne détruit pas les micro-organismes et leurs diastases, il les paralyse, et ceux-ci, dès que l'action du froid est interrompue,

reprennent leur métabolisme normal ainsi que leur pouvoir de prolifération. On ne saurait donc trop veiller à ce que toute rupture de la chaîne de froid soit évitée. De plus, le froid n'étant qu'un agent aseptisant, il importe que toute denrée, qui lui est soumise, soit exempte de toute contamination. Il faut donc veiller à ce que la préparation des denrées avant leur mise en chambre froide soit faite suivant les règles d'hygiène les plus strictes, car suivant un vieil adage : « Le froid ne rend que ce qu'on lui donne. »

2. — STERILISATION DES VIANDES FAIBLEMENT PARASITEES.

Comme nous venons de l'entrevoir, le froid n'est pas seulement un agent aseptisant mais aussi parfois un agent stérilisant. C'est le cas pour les viandes parasitées par certains helminthes. Il n'est utilisé en pratique, que pour les viandes ladres, mais son action a aussi été étudiée à titre expérimental sur d'autres vers parasites, tels que les trichines. Il est bien évident que pour qu'une viande mérite d'être stérilisée par le froid elle ne doit pas être infestée d'une façon massive, non que les vésicules ladriques ne puissent être détruites, mais leur forte densité rend la viande répugnante.

a) *Viandes ladres.* — En France, la cysticercose porcine est très peu répandue; elle devient de plus en plus rare à mesure que l'hygiène se développe dans les campagnes et que l'on tend vers l'élevage industriel. Par contre, la cysticercose humaine d'origine bovine est plus fréquente. Peut-être est-ce dû au fait que le diagnostic sur l'animal abattu est rendu plus délicat, par la discrétion des lésions provoquées par le parasite dans les muscles des bovins.

En effet, si les cysticerques sont apparents sur les muscles du porc, chez le bœuf ils sont beaucoup plus difficilement discernés, étant donné leur coloration souvent rosée et leur taille plus réduite. Dans ce dernier cas, il faut une étude systématique des localisations du cysticerque pour être sûr de ne pas laisser passer à la consommation une carcasse parasitée. Le dépistage de la cysticercose bovine peut être assuré par l'examen systématique de certains groupes musculaires tels que les masseters, les thyroïdiens, les muscles du cou et le cœur. L'importance de cette affection transmissible à l'homme a entraîné des recherches sur la stérilisation des viandes infestées par les cysticerques afin de diminuer les pertes économiques tout en sauvegardant la santé publique. De ces études, il ressort que la mort des parasites est obtenue par la chaleur, la salaison en saumure à 25 % qui peut être suivie de dessication, et enfin la congélation.

La congélation est un procédé élégant qui ne modifie pratiquement pas les propriétés organoleptiques de la viande. Ainsi la circulaire n° 1785 S/V du 26 mars 1941 du Ministère de l'Agriculture, permet-elle l'assainissement des viandes et des abats rouges dans le cas d'infestation discrète par des vésicules ladriques dans les conditions suivantes : soit 8 jours à — 5°C soit 30 jours à 0°C.

b) *Viandes trichinées.* — Les viandes infestées par les trichines sont pratiquement inexistantes en France ou plus exactement n'ont pas été signalées depuis fort longtemps. Cette affection, que l'on rencontre chez le porc, ne présente pas de lésions macroscopiques, ce qui la rend très difficilement discernable. Ce n'est que la trichinoscopie, qui permet de la diagnostiquer. En France, cette méthode de

recherche n'est appliquée que sur les viandes d'importation, elle consiste à écraser un fragment de muscle, recueilli à proximité d'un os, entre deux lames de verre et à l'examiner au microscope. En effet, les dimensions des kystes de trichines sont de l'ordre de 400 microns sur 200 microns. Lorsqu'on se trouve en présence de viandes trichinées, la récupération est possible par stérilisation au moyen du salage qui tue rapidement le parasite et de la cuisson qui complète l'action de ce dernier. Par contre, la congélation, même longtemps prolongée, semble sans action sur les kystes au sein des muscles. Cependant les recherches faites en Amérique par le Docteur ANGUSTINE semblent montrer que si la congélation au-dessous de — 24°C poursuivie durant 1 à 12 jours ne tue pas les trichines enkystées, elle diminue leur vitalité à tel point qu'elles cessent d'être dangereuses. Quoiqu'il en soit, la récupération de ces viandes par congélation ne présentant pas suffisamment de garantie n'est pas utilisée.

La stérilisation par action du froid des viandes parasitées n'est donc entreprise que dans le cas d'infestation par des vésicules ladriques, encore faut-il que cette infestation soit discrète. Elle ne représente en définitive qu'un faible débouché pour l'industrie frigorifique en raison de la faible fréquence de la cysticercose tant porcine que bovine.

L'usage du froid dans le traitement des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale présente donc des avantages certains du point de vue hygiénique, puisqu'il permet une aseptisation de celles-ci et leur conservation durant un laps de temps relativement long, ainsi que la stérilisation de certaines viandes parasitées. Ces différentes propriétés permettent un stockage plus ou moins prolongé des

denrées alimentaires et la récupération de certaines d'entre elles. Cela confère au froid un rôle important des points de vue économique et social.

3. — AVANTAGES DES POINTS DE VUE ECONOMIQUE ET SOCIAL.

L'utilisation du froid comme agent conservateur n'est pas uniquement le privilège du domaine des denrées alimentaires. Le froid est un mode de conservation des denrées périssables d'une manière générale. Il traite ainsi différents produits qui touchent de près ou de loin l'alimentation humaine. Il est utilisé par exemple pour la vernalisation des céréales, la congélation des graines arbustives et du pollen, la congélation du sperme, la climatisation des logements d'animaux, la lyophilisation des sérums et des vaccins. Le froid ainsi offre de sérieux avantages à de nombreuses industries. Dans le domaine qui nous préoccupe, les applications du froid visent les objectifs suivants : éviter les pertes de substances alimentaires, régulariser les marchés, améliorer la qualité et le mode de vie.

a) *Eviter les pertes de substances alimentaires et constituer des stocks de sécurité.* — Le rôle du froid a été avant tout un rôle d'agent conservateur. Il contribue donc à ce titre à éviter que les denrées alimentaires subissent une détérioration à la suite d'intervention d'agents microbiens ou d'actions chimiques. Il permet de sauvegarder des aliments qui, sans lui, seraient inutilisables dans des délais assez brefs. Il joue donc un rôle primordial dans l'économie alimentaire. Par son action sur les parasites, il permet en outre de récupérer à l'état frais des viandes qui devraient être détruites et donc exclues de la consommation humaine. R. THÉVENOT, à ce

propos, écrit : « Le frigorifique est une annexe techniquement indispensable de l'abattoir. » La conservation par le froid est d'un grand secours dans la constitution de stocks de sécurité. En effet, la production des aliments tant d'origine carnée que végétale est sujette à des variations saisonnières, aussi est-il très utile de pouvoir disposer de stocks qui permettent de consommer tel ou tel aliment alors que sa production est déficitaire par rapport à sa demande. Il est, par exemple, courant de voir des fraises sur le marché en plein hiver. La viande, lors d'années particulièrement sèches, passe par des minima qui sont compensés par les stocks provenant d'années précédentes.

b) *Régulariser les marchés.* — Par le stockage à long terme au froid, on évite les répercussions économiques des variations auxquelles est sujette la production. Cela permet de faire des reports saisonniers. Lors des maxima de production, alors que celle-ci dépasse largement les besoins, on constitue des stocks qui permettront de satisfaire la consommation lors de production déficitaire. Cela permet de supprimer la notion de saison à laquelle est liée la production. Cependant comme le fait remarquer Piettre : « Le frigorifique, sur le plan économique, doit être un facteur de régulation des marchandises et des prix et non un élément de spéculation. »

c) *Améliorer la qualité.* — Le froid permet d'améliorer la qualité des produits qui lui sont confiés ou de préserver leurs qualités originelles. C'est dans ce but que l'on refroidit le lait à la ferme aussitôt après la traite; la réfrigération des œufs, des fruits et des légumes vise le même but. On améliore les produits fabriqués par le froid en maîtrisant les processus microbiens ou diastasiques; à

cette fin, le froid est utilisé en beurrerie, fromagerie, salaisonnerie, brasserie, cidrerie et dans la préparation des jus de fruits. La viande réfrigérée acquiert, par la régularisation des phénomènes de maturation, une tendreté qui en fait sa valeur; les bouchers, d'ailleurs, le savent bien et pour avoir une viande bien rassise la laissent 5 à 6 jours en chambre froide.

d) *Améliorer le mode de vie.* — De plus en plus, le frigorifique ménager prend de l'extension. Cela est dû aux nombreux avantages qu'il apporte. Il permet à la ménagère de conserver des denrées périssables durant un certain temps et de gagner un temps appréciable en lui autorisant de ne s'approvisionner qu'une seule fois pour toute une semaine, voire plus. Il est ainsi possible de conserver du beurre frais, de la viande, des légumes, en plein été, chose qui était impossible avant l'utilisation du froid. Le froid apporte en plus de ces avantages économiques, des avantages du point de vue gustatif, et contribue de ce fait à améliorer le niveau de vie.

Ainsi que nous venons de le voir brièvement, l'usage du froid mérite une grande place dans l'économie humaine par les innombrables avantages qu'il apporte dans la conservation des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale. Il serait souhaitable qu'il connaisse une grande extension et nous pensons plus particulièrement aux nombreuses tueries particulières propres à nos campagnes et aux vieux abattoirs qui ne présentent qu'un équipement frigorifique dérisoire voire inexistant. Certaines municipalités, conscientes de leurs responsabilités n'ont pas hésité à entreprendre des travaux impor-

tants en vue de la construction d'abattoirs et d'entrepôts frigorifiques modernes. C'est le cas notamment de la ville d'Agen dont nous nous proposons d'étudier l'entrepôt frigorifique.

DEUXIEME PARTIE

Le matériel frigorifique d'Agen

A. — BREF HISTORIQUE.

Le Lot-et-Garonne est un département essentiellement agricole puisque sa population est rurale pour les trois-quarts environ. Il est traversé par deux rivières dont les vallées couvertes d'alluvions sont des plus fertiles où l'on rencontre les cultures fruitière et maraîchère ainsi que des prairies. Sur les coteaux, la production agricole est surtout axée sur la culture des céréales, de la vigne et du tabac, mais on trouve aussi des pâturages propres à l'élevage. D'ailleurs, si l'on parcourt les statistiques recueillies par MM. A. Villepigne et M. Audema auprès des Services Agricoles, on est rapidement édifié sur les possibilités agricoles de la Région.

Principales productions :

Blé	1.300.000 Qx
Autres céréales	265.000 Qx
Vignes	980.000 hl
Herbages	100.000 ha
Fourrages	48.000 ha

Bois	93.000 ha
Tabac	91.000 Qx
Pêches	14.000 t.
Pommes - Poires	1.800 t.
Prunes	30.000 t.
Chasselas	13.500 t.
Autres fruits	2.000 t.
Tomates	21.000 t.
Légumes divers	52.000 t.

Si l'on considère l'élevage, l'effectif du cheptel comporte :

Arrondissements	Gros bétail	Veaux	Porcs	Moutons
AGEN	26.300	14.200	12.800	7.100
MARMANDE	60.500	26.600	14.000	13.100
VILLENEUVE	57.200	26.500	16.000	12.000
NERAC	29.400	12.000	8.800	7.300
Totaux	173.400	79.300	50.800	39.500

Cet important troupeau fournit un fort tonnage de viande chaque année. Le centre d'Agen à lui seul voit dans ses foires annuelles un apport total de :

Gros bétail	23.000 têtes
Veaux	16.500 —
Porcs	12.200 —
Moutons	900 —

Ces nombreux animaux ne proviennent pas uniquement de l'arrondissement d'Agen mais aussi de départements voisins : Lot-et-Garonne, Dordogne,

Gironde, Landes, Gers et même des Charentes et des Basses-Pyrénées. Cet afflux d'animaux et aussi de fruits et légumes nécessitent des installations importantes de manutentions et de stockage en vue des expéditions. Or, jusqu'en 1945, Agen ne possédait qu'un vieil abattoir datant de 1849 et nettement insuffisant pour l'abattage et la conservation des viandes. En effet, il n'avait aucun aménagement frigorifique. De ce fait, les expéditions se faisaient à l'état de viandes sur pied, les abattages ne pouvant être envisagés que pour la consommation locale. Les fruits de la région étaient triés, conditionnés chez les producteurs eux-mêmes, ce qui évidemment entraînait des frais importants d'appareillage et n'était possible que pour de très gros producteurs. C'est en 1945 que le Conseil Municipal d'Agen demanda le concours technique et financier du Service du Génie Rural pour l'étude et la réalisation d'un projet d'abattoir et de station fruitière. Il fallut attendre deux ans, c'est-à-dire en 1947, au mois de septembre, pour que le Conseil Municipal retienne le projet présenté par M. P. Terrisse, architecte, assisté de MM. A. Cordier, architecte et M. Piettre, docteur-vétérinaire. La pose de la première pierre eut lieu le 13 juin 1950 et les travaux furent achevés en 1955.

Pour avoir une idée des avantages qu'apporta la réalisation de cet abattoir, il n'est besoin que de se référer à la production agricole de la région d'Agen. Cet abattoir permet l'abattage des animaux dans des conditions optima d'hygiène, à un rythme beaucoup plus élevé que ne le permettait l'ancien abattoir. De plus, la station frigorifique rend possible le stockage des viandes durant des semaines, voire des mois, le triage, le conditionnement et le stockage des fruits et légumes en vue de

leur expédition. Cet entrepôt frigorifique est doté des derniers perfectionnements techniques que nous nous proposons d'étudier.

B. — DESCRIPTION DE L'APPAREILLAGE.

L'abattoir d'Agen, étant un établissement d'origine récente, se devait de posséder un appareillage frigorifique moderne. Comme dans toute usine frigorifique, on peut considérer les machines, c'est-à-dire les compresseurs avec leur dispositif de sécurité, les appareils de refroidissement du gaz comprimé ou condenseurs, les détendeurs, les chambres froides et enfin les canalisations. Ces appareils formant un tout, il convient de les dissocier pour les étudier tour à tour en respectant toutefois le circuit du fluide réfrigérant. Le fluide utilisé à l'entrepôt frigorifique d'Agen est l'ammoniac. C'est celui qui est le plus employé dans les installations importantes du fait de son prix de revient avantageux. Il peut présenter sinon quelques dangers, au moins quelques inconvénients lorsque l'usine travaille en détente directe. Si pour une raison quelconque, il se produit une fuite dans une chambre froide, au niveau d'une conduite, l'ammoniac s'échappant communique aux denrées une odeur et un goût tels que ces denrées doivent être retirées de la consommation. Cet inconvénient n'est plus à craindre si la réfrigération se fait en détente indirecte par l'intermédiaire d'une saumure refroidie, ce qui est le cas à l'entrepôt frigorifique d'Agen.

1. — Le bâtiment des machines.

Le bâtiment des machines est un pavillon séparé des locaux de stabulation par une allée goudronnée où passent les camions venant du quai d'embarquement. Il se trouve ainsi séparé des lo-

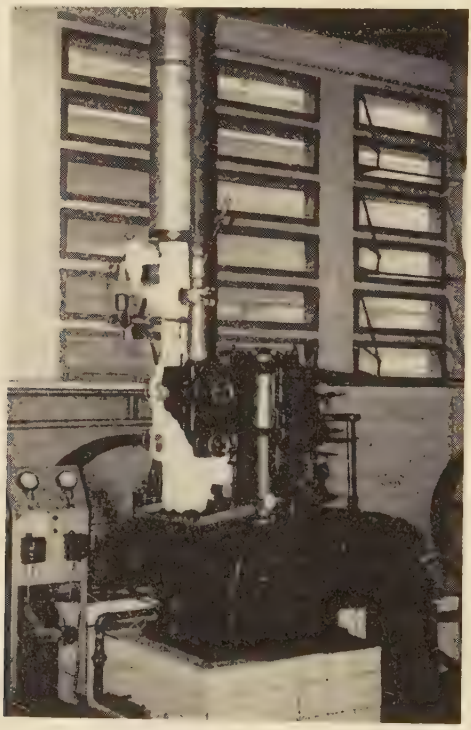
caux d'abattage et d'entreposage. Ce bâtiment est divisé en trois chambres : la chaufferie, la salle des transformateurs et entre les deux, la salle des machines. Le bâtiment est relié à l'abattoir par des canalisations souterraines.

a) *La chaufferie.* — Cette salle est occupée par une chaudière à mazout de type « Field ». Elle alimente en eau chaude la cuve à échauder les porcs ainsi que la triperie-boyauderie.

b) *La salle des transformateurs.* — Elle se trouve au sous-sol du bâtiment des machines. Le courant électrique est reçu sous une tension de 15.000 volts qui est abaissée à 127-220 volts. La distribution du courant dans l'établissement se fait à partir de deux tableaux électriques munis d'appareils de coupure, de sécurité et de comptage. L'éclairage du frigorifique se fait comme pour l'abattoir à partir de tableaux blindés à chaque étage. Dans cette même salle, se trouve une batterie d'accumulateurs de 120 volts au cadmium nickel. Elle permet en cas de panne de secteur de pourvoir à l'éclairage des différentes chambres froides pendant une heure environ. Le passage de l'éclairage normal à l'éclairage de secours se fait automatiquement lors de la coupure du courant secteur. L'intensité de l'éclairage de secours est de 5 lux.

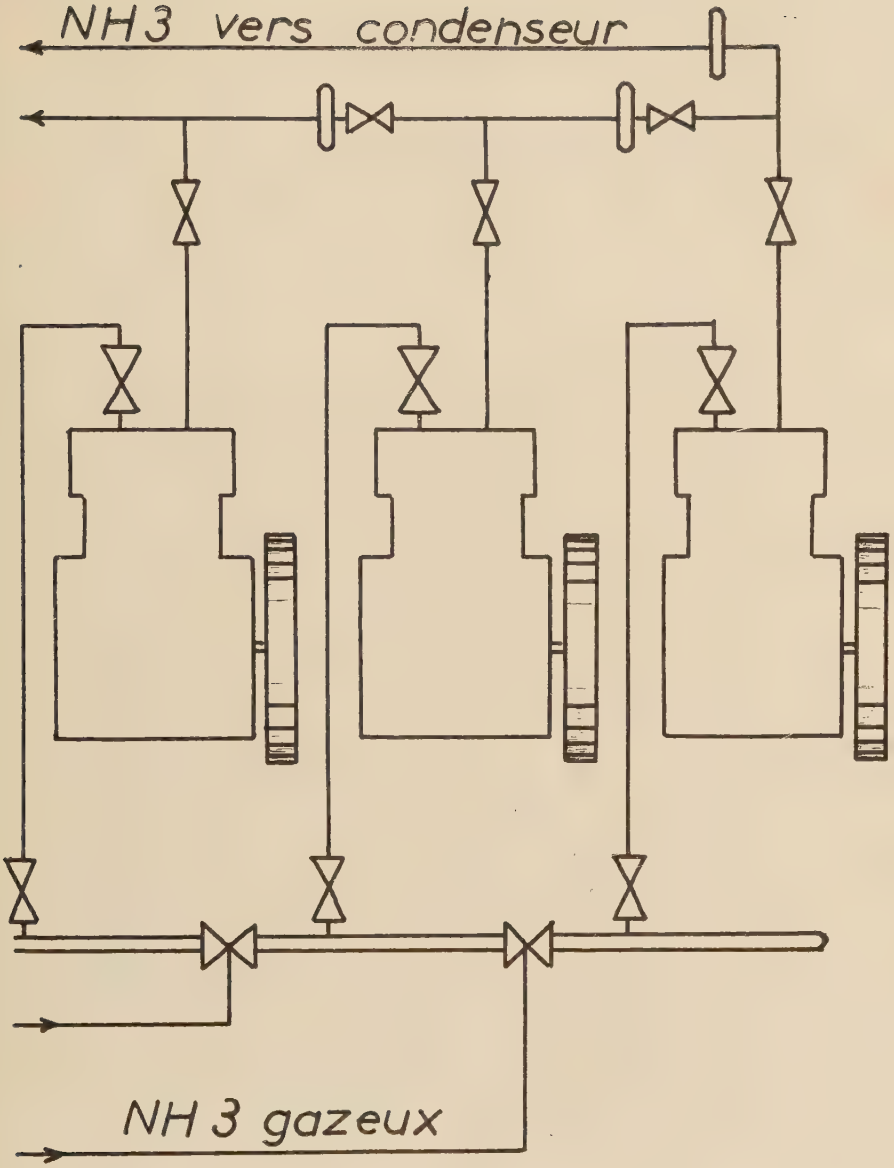
c) *La chambre des machines.* — Cette salle est la plus importante du bâtiment. Trois compresseurs en occupent un côté, à l'opposé se trouve un échangeur de température. Enfin séparés de cette salle par une cloison se trouvent les trois condenseurs. Dans ce local, face aux compresseurs est placé le tableau des commandes qui est en quelque sorte le cerveau de l'installation.

Les compresseurs. — Les machines utilisées pour la compression de l'ammoniac sont trois compresseurs frigorifiques WORTHINGTON, d'une puissance frigorifique de 135.000 frigories/heure à — 14° + 30° pour une vitesse de rotation de 400 tours/minute ou d'une puissance de 40.000 fri-



Un compresseur WORTHINGTON

gories/heure à — 27° + 30° pour une vitesse de rotation 250 tours/minute. Ces trois compresseurs sont identiques, seule leur vitese de rotation est différente. Deux d'entre eux sont utilisés, l'un pour la production de basses températures, l'autre pour la



Montage des Compresseurs

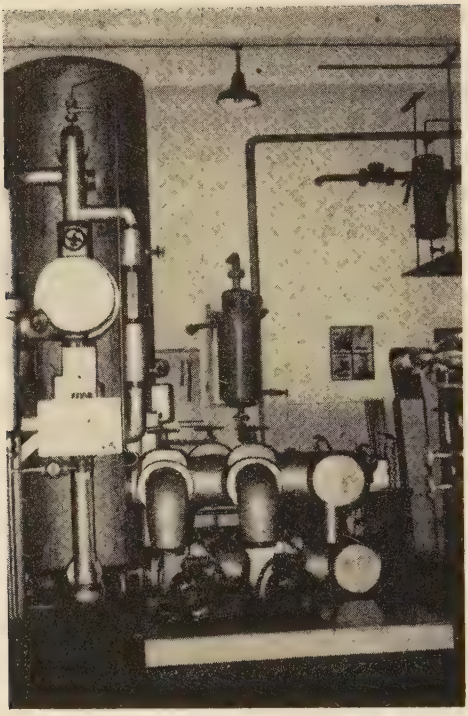
production des moyennes températures. Le troisième pouvant indifféremment se substituer à l'un des précédents, cela est possible grâce à un dispositif de vannes montré sur le schéma. Ainsi lorsque pour une raison quelconque, un des compresseurs se trouve indisponible, il est facile de mettre en circuit le troisième. Dans la pratique, le troisième compresseur est utilisé pour le tunnel à congélation qui fonctionne en détente directe. L'ammoniac gazeux provenant de l'évaporateur du bac à saumure est aspiré au compresseur sous une pression de 3 Kg/cm^2 environ pour une température de — 10°C. La compression porte ce gaz à une pression voisine de 10 Kg/cm^2 et à une température de 90°C. Il est utile de remarquer que l'ammoniac gazeux est porté à 90°C sous 10 Kg/cm^2 de pression à la sortie du compresseur, alors qu'il se trouvera à 30°C environ au condenseur sous la même pression. Cela provient du fait que dans le premier cas il se trouve en atmosphère sèche et le gaz suit sensiblement la loi des gaz parfaits tandis que dans le second cas, il ne s'agit plus de gaz mais de vapeur saturée qui n'est plus régie par la loi de Mariotte. La sécurité en cas de pression excessive lors du refoulement ou de trop basse pression lors de l'aspiration est assurée à chaque compresseur par deux pressostats, l'un pour basse pression, l'autre pour haute pression. Ses pressostats sont reliés à un avertisseur sonore et optique qui permet d'alerter le personnel afin qu'il décèle rapidement l'appareil en panne.

Les condenseurs. — Séparés de la salle des machines par une cloison, se trouvent trois condenseurs à eau. Leur rôle est celui d'un alambic, ils transforment l'ammoniac gazeux provenant des compresseurs en ammoniac liquide qui sera dirigé

vers les détendeurs et les évaporateurs. Ils abaissent la température du gaz de 90°C à 30°C environ ce qui entraîne sa liquéfaction étant donné que la pression reste sensiblement égale à 10 Kg/cm^2. Ces trois condenseurs sont du type multitubulaire vertical à évaporation partielle d'eau. L'alimentation en eau des condenseurs est assurée par un puits dont le débit est de 60 m^3/heure. L'ammoniac est ensuite porté à 25°C par passage dans des sous-refroidisseurs pour se trouver enfin accumulé dans des receivers horizontaux. Les moteurs des pompes de refroidissement font partie du circuit de régulation des compresseurs et sont mis en marche en même temps que ceux-ci.

L'échangeur de température Trépaud. — L'échangeur de température n'est en fait qu'un évaporateur qui permet de refroidir la saumure avec un rendement meilleur que celui obtenu avec les évaporateurs classiques abaissant la température des bacs à saumure. Ici, l'échange des quantités chaleur est beaucoup plus faible, ce qui permet d'avoir un rendement amélioré. Cet appareil est en général utilisé pour l'obtention de moyennes températures, mais il peut servir aussi lorsqu'on travaille en basse température. Actuellement, à l'entrepôt frigorifique d'Agen, l'échangeur Trépaud marche en moyenne température alimentant en saumure les chambres froides à fruits réfrigérés. Son principe est simple : l'ammoniac liquide sous pression est détendu, il circule dans un serpentin tandis que la saumure à refroidir passe dans un serpentin concentrique au premier et à contre courant.

La saumure ainsi refroidie est envoyée à un bac d'expansion qui se trouve au troisième étage



L'échangeur TRÉPAUD

du bâtiment principal. Alors que dans les bacs à saumure pour basse température l'évaporation doit se faire à — 27° — 28°C, pour une température de saumure de — 22°C, à l'échangeur utilisé en basse température, l'évaporation se fait à — 26°C permettant d'obtenir une saumure à — 23°C. Après avoir passé dans les radiateurs des chambres, la saumure revient à l'échangeur à — 22°C. Il est donc certain que l'échangeur Trépaud offre de réels avantages du point de vue du rendement.

Le tableau des commandes. — Dans la salle des machines se trouve enfin le tableau des commandes. Il est semi-automatique en ce sens que la présence d'un technicien n'est nécessaire que lorsqu'on désire mettre un compresseur en marche. L'automaticité, en dehors de cette mise en marche, est complète. On peut de ce tableau commander chaque partie du circuit frigorifique : compresseurs, pompes à saumure, pompes à eau alimentant les condenseurs, ventilateurs des chambres...

2. — Les régleurs ou détendeurs, les évaporateurs et les bacs a saumure.

Par rapport au premier équipement de l'entrepôt, on note quelques modifications liées à la mise en place de l'échangeur Trépaud. Ce dernier a permis de supprimer un détendeur et un évaporateur au niveau des bacs à saumure étant donné que la détente se fait pour une partie du circuit en amont de l'échangeur. La saumure refroidie va ensuite à l'un des bacs à saumure qui sert ainsi de bac d'expansion et a un rôle de réserve de froid. En général, cette saumure venant de l'échangeur est utilisée pour les moyennes températures, elle est alors à — 10°C. On peut noter, cependant que l'échangeur est capable de refroidir la saumure à — 23°C pour une évaporation d'ammoniac à — 26°C et être utilisé pour les basses températures. Dans le circuit utilisé habituellement pour les basses températures, ce n'est plus l'échangeur Trépaud qui est employé mais un détendeur suivi d'un évaporateur qui refroidit la saumure. Le rôle du détendeur est d'abaisser la pression de l'ammoniac liquide de 10 Kg/cm^2 à 1,5 Kg/cm^2 environ. Le liquide ainsi détendu arrive à un évaporateur vertical à herse où il se

vaporise. Cette vaporisation de l'ammoniac abaisse la température à — 27° — 28°. Afin d'éviter toute aspiration d'ammoniac liquide par les compresseurs, l'évaporateur est surmonté d'une bouteille séparatrice du liquide où l'aspiration se fait à la partie supérieure. Un interrupteur à flotteur règle le niveau du liquide dans cette bouteille, en agissant sur une vanne automatique en amont du détendeur. Il permet à l'évaporateur d'être toujours plein.

L'évaporateur se trouve immergé dans de la saumure qu'il refroidit. Il existe deux bacs à saumure au troisième étage, l'un est utilisé en « basse température », la saumure y est refroidie par l'évaporateur, l'autre est la réserve du froid pour les « moyennes températures », il est alimenté en saumure par l'échangeur Trépaud et sert de bac d'expansion. Ces bacs sont en béton armé, leurs capacités sont de 40 et 80 cm^3 et sont recouverts d'une double couche de Bitumastic et isolés par des plaques de liège.

La saumure est une solution de chlorure de calcium de concentration telle que son point cryoscopique est — 35°C. Elle est brassée afin d'homogénéiser sa température à l'aide d'une hélice à axe vertical, ce qui permet d'avoir de la saumure à — 22°C sans risquer une prise en masse de la solution. La mise en mouvement dans les canalisations de cette saumure se fait grâce à deux pompes électriques dont une seulement est en marche, la seconde ne servant qu'à titre de secours.

3. — Les canalisations.

Les canalisations, dans lesquelles circule l'ammoniac liquide, sont des tubes étirés sans soudure afin d'éviter d'éventuelles fuites qui seraient dé-

sastreuses étant donné la pression sous laquelle se trouve le fluide. L'ammoniac circule, en effet, dans ces conduites de faible diamètre sous une pression de 10 Kg/cm^2 et à une température voisine de 28 à 30°C. Ce circuit de liquide va des compresseurs aux détendeurs. Entre les évaporateurs et le retour au compresseur, l'ammoniac, qui est gazeux, circule dans des canalisations de diamètre beaucoup plus important et calorifugées car il se trouve alors sous une pression d'environ 1,5 Kg/cm^2 à une température de — 26°C.

Les canalisations à saumure sont toutes calorifugées car celle-ci est à température négative, — 23°C pour le circuit à basse température et — 10°C pour celui à moyenne température. Ce sont ces conduites qui alimentent en saumure refroidie les différents appareils de distribution qui se trouvent dans les chambres froides. Il est cependant deux exceptions dans ce dispositif de refroidissement en détente indirecte par saumure, ce sont le tunnel de congélation et le lazaret. Le premier fonctionnant en détente directe sans intervention de saumure, le second possédant un dispositif autonome au fréon 12.

4. — Les chambres froides et les appareils de distribution.

a) *Le tunnel de congélation.* — Situé au deuxième étage, le tunnel de congélation occupe un volume de 109 m^3 permettant la réception de 25 tonnes de marchandises par jour dont 15 tonnes en congélation rapide. Il est desservi par un sas qui permet d'éviter les pertes de froid lors de l'ouverture des portes. Ce sas dessert en outre deux cham-

bres de stockage à basse température. Comme dispositif annexe contre la déperdition de froid, la porte du sas comporte un système qui, à l'ouverture de celle-ci, déclenche la mise en marche d'une soufflerie d'air froid, établissant ainsi un « rideau de froid » entre la température extérieure du couloir et celle du sas. Cette soufflerie est composée d'un ventilateur pulsant l'air à travers un petit évaporateur.

Le tunnel de congélation, contrairement au principe général de détente indirecte adopté dans l'entrepôt, fonctionne en détente directe. Ce n'est plus de la saumure refroidie qui est utilisée, mais la vaporisation directe de l'ammoniac liquide. L'évaporateur n'abaisse donc pas la température d'une saumure, mais celle de l'air qui passe sur sa batterie. Cet air froid est alors pulsé grâce à un puissant ventilateur. A l'intérieur du tunnel, se trouve un réseau de rails aériens permettant de congeler des carcasses pendues et aussi différentes marchandises grâce à l'utilisation de balancelles. La température d'évaporation est de — 33°C, ce qui permet d'avoir dans le tunnel une température de — 29° — 30°C. A une telle température, on peut faire de la congélation rapide; en 48 heures, on amène la température à l'intérieur d'un quartier à — 26° — 27°C. La détente directe est utilisée ici car le rendement est bien meilleur que par l'emploi de la circulation de saumure. En effet, pour obtenir le même résultat en détente indirecte, il faudrait « évaporer » aux environs de — 38° — 39°C ce qui entraînerait de gros frais. Du point de vue économique, la détente directe est donc avantageuse, mais elle présente un grave inconvénient : la possibilité de fuite dans les conduites d'évaporation. Si une telle fuite se produisait, il est vraisemblable que la totalité

des produits contenus dans le tunnel serait endommagée à la suite d'une imprégnation de ceux-ci par l'ammoniac gazeux. Cette éventualité n'est pas à craindre si l'installation est en bon état et sous surveillance constante, ce qui est le cas à l'entrepôt frigorifique d'Agen. Le contrôle des températures se fait à l'aide de thermomètres enregistreurs. Quand à la régulation automatique, elle est pratiquement impossible du fait de la détente directe.

b) *Les chambres froides.* — L'entrepôt frigorifique d'Agen possède 19 chambres froides dont le lazaret qui est indépendant de l'ensemble du circuit et réfrigéré grâce à un compresseur unique qui utilise le fréon 12 comme fluide frigorifique. La puissance de ce dispositif est de 5.000 frigories/heure, elle est dispersée dans la salle du lazareth dont la surface est de 15 m^2 grâce à deux aéro-réfrigérants.

L'ensemble des 18 chambres froides totalise un volume de 5.737 m^3 qui peut approximativement se répartir par bandes de température de la façon suivante :

Réfrigération.	4.168 m^3
Stockage à — 10° — 14°	387 m^3
Stockage à — 15° — 19°	1.182 m^3

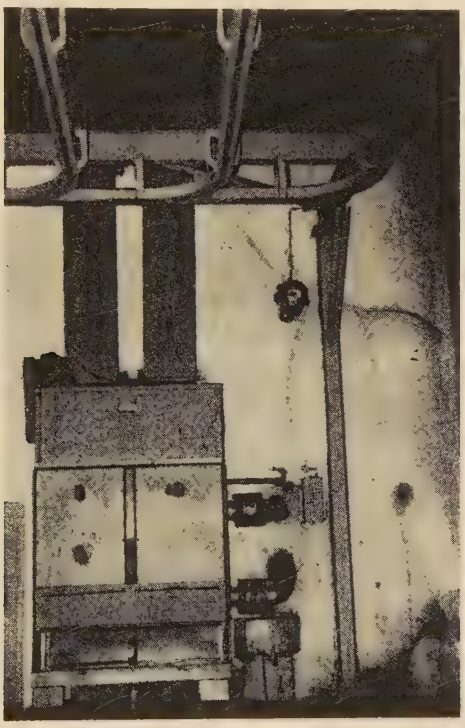
La capacité du stockage est susceptible de varier suivant les marchandises entreposées, mais peut atteindre environ 2.000 tonnes. Certaines chambres peuvent servir au stockage des denrées réfrigérées, mais aussi au stockage à basse température, ce qui entraîne des variations importantes dans les proportions des volumes de chambres utilisées à ces différentes températures.

Les chambres froides sont réparties en deux groupes, respectivement dans le bâtiment principal et au sous-sol des locaux de stabulation.

APPAREILS DE DISTRIBUTION.

L'ensemble de l'entrepôt frigorifique d'Agen fonctionne, à une exception près que représente le tunnel de congélation, en détente indirecte. L'évaporation de l'ammoniac liquide refroidit une saumure dans des bacs. Cette saumure froide est ensuite envoyée aux organes de distribution. Cette méthode présente comme avantages : la disposition d'une grande réserve de froid grâce à l'importance du volume de saumure contenue dans les bacs, permettant d'avoir une température relativement constante dans les chambres froides, mais aussi une grande sécurité en cas de fuite dans les canalisations grâce à l'absence de toxicité de la saumure. Ainsi, contrairement à un dispositif en détente directe, une fuite dans la tuyauterie de saumure à l'intérieur d'une chambre ne prend jamais l'allure d'une catastrophe. Evidemment, si cette méthode offre pour l'industrie qui stocke ses denrées de réels avantages du point de vue de la sécurité, elle présente quelques inconvénients du point de vue économique pour le propriétaire de l'entrepôt, car il lui faut « évaporer » à une température beaucoup plus basse pour obtenir une même température dans les chambres, ce qui entraîne une dépense supplémentaire. Il se produit, en effet, des pertes frigorifiques pour aussi parfaite que soit l'isolation des conduites. Ces pertes sont dues aux frottements de la saumure froide dans la tuyauterie et au brassage dans les bacs. La saumure arrivant dans les frigorifères ou « armoires frigorifiques » permet le refroidissement de l'air des chambres; la différence de température entre son entrée et sa sortie est de 1 à 2°C. Les appareils utilisés sont des frigorifères secs, c'est-à-dire que la saumure n'est jamais

en contact avec l'air du local réfrigéré. A deux exceptions près, toutes les chambres sont équipées de conditionneurs-diffuseurs à air pulsé. Le principe de ces appareils est très simple : grâce à un ventilateur, l'air de la chambre est aspiré dans la partie



Conditionneur diffuseur à air pulsé

inférieure des « armoires », puis dirigé sur une sorte de radiateur où circule la saumure pour enfin être pulsé à l'intérieur de la chambre froide par la partie supérieure du frigorifère prolongée jusqu'au plafond par des buses de distribution dirigées dans plusieurs directions. L'air refroidi décrit donc sur

la marchandise entreposée un circuit de haut en bas. La diffusion du froid est ainsi très rapide à l'intérieur du local, elle est facilitée en outre par un gerbage particulier de la marchandise entreposée. Ce dispositif offre de gros avantages lorsque les denrées doivent être réfrigérées rapidement, c'est notamment le cas de la chambre de ressuage des carcasses aussitôt après l'abattage. PIETTRE d'ailleurs préconisait cette méthode de réfrigération rapide : « L'aseptisation des viandes par le froid exige, au contraire, une action énergique et immédiate après la préparation des carcasses. »

Il existe un autre type de frigorifère dans lequel l'air n'est pas pulsé, la réfrigération de l'air des chambres se fait par conduction, ce sont les frigorifères à plafonniers. Dans l'ensemble de l'entrepôt, il n'existe que deux chambres utilisant ce système. La réfrigération du local est beaucoup plus lente que pour les chambres utilisant les conditionneurs-diffuseurs d'air pulsé, car l'air n'est pas brassé par un ventilateur. Les appareils de distribution sont des radiateurs dans lesquels passe la saumure, situés au plafond de la chambre.

La fréquence des dégivrages est fonction du nombre des entrées de marchandises, mais d'une façon générale les frigorifères sont dégivrés toutes les 24 heures. Dans des chambres où s'effectuent de nombreuses entrées, telle que la salle de ressuage, le dégivrage est réalisé toutes les 3 heures. En effet, les entrées de carcasses encore chaudes provoquent un dépôt de givre abondant sur les ailettes du frigorifère. Or, cette abondance de givre diminue dans de très grandes proportions la capacité frigorifique de l'appareil, aussi est-il nécessaire de l'éliminer. Cela est possible, grâce à l'aménage-

ment particulier des armoires frigorifiques qui comportent à leur partie supérieure des tuyères de pulvérisation dirigeant un jet d'eau sur les ailettes et provoquant ainsi la fonte du givre après avoir interrompu la circulation de saumure et la ventilation. L'eau est ensuite récupérée à la base du frigorifère dans un bac. Il est évident que plus l'eau sera chaude, plus le dégivrage sera rapide. C'est à cette fin que l'on utilise l'eau de refroidissement des condenseurs qui est envoyée dans les frigorifères grâce à une pompe. Ce dégivrage dure environ un quart d'heure. La circulation de saumure est rétablie ainsi que la ventilation après l'égouttage des tubes.

L'isolation des chambres est réalisée par des plaques de liège doublées d'un revêtement au ciment grillagé. L'écran hydrofuge est au flintkote. Les vides des hourdis sont garnis par de la laine de verre pour éviter les mouvements de convection d'air. A l'intérieur des chambres, il n'y a aucun scellement, aucune poutraison traversant l'isolation qui n'est donc interrompue que par la présence des portes, elles-mêmes isothermes, et de la tuyauterie. Les murs étant lisses, le nettoyage est facilité ainsi que la désinfection.

A l'extérieur des chambres, dans les couloirs de service se trouvent tous les appareils de contrôle. Chaque chambre froide est dotée d'un thermostat d'ambiance qui commande l'arrivée de saumure dans le frigorifère grâce à une vanne. Lorsque à la suite d'une introduction de marchandise, la température s'élève, le thermostat commande la vanne d'arrivée de saumure qui s'ouvre. L'inverse se produit lorsque la température redescend à une valeur suffisamment basse. Un thermomètre enre-

gistreur indique à chaque instant la température à l'intérieur de la chambre.

L'éclairage des salles est réalisé par des lampes alimentées sous une tension de 24 volts ce qui évite toute possibilité d'accident par suite d'humidité. Dans la plupart des chambres la dispersion du froid se faisant par conditionneurs-diffuseurs à air pulsé, le gerbage des denrées stockées doit faire l'objet du plus grand soin. A cette fin, les caisses ou les quartiers sont disposés en rangs parallèles séparés les uns des autres par un espace suffisant. Lors d'un gerbage correct, on obtient un alignement dirigé parallèlement au courant d'air pulsé par les frigorifères. Ainsi, la répartition du froid à travers le stock est-elle régulière.

La régulation de l'hygrométrie est un problème délicat, c'est surtout lors du stockage en atmosphère réfrigérée qu'elle prend de l'importance. Il n'est pratiquement pas possible d'obtenir à l'intérieur des chambres une hygrométrie constante, cependant on peut en réduire les variations à 1 ou 2° près. L'hygrométrie est en effet fonction de nombreux facteurs et notamment de la ventilation, de la différence de température entre l'appareil distributeur de froid et la pièce, de la surface d'échange et du débit de saumure. Ainsi, dans une des chambres froides du bâtiment de stabulation dont la capacité est de 370 tonnes se trouvaient stockées au 24 mars 1960, 120 tonnes de pommes « golden » d'importation. Ces pommes réclament un degré hygrométrique de 86 à 88 % à 0°C. Dans ces conditions, la conservation est de 6 mois. L'hygrométrie est respectée pour une température de la saumure de — 6 à — 7°C, pour une surface d'échange de l'appareil et pour un débit de saumure donnés. En géné-

ral, pour la salle de ressuage réfrigéré des viandes, la surface d'échange des frigorifère est constante et étudiée pour un tonnage quotidien de viande donné.

La manutention à l'intérieur de l'abattoir se fait grâce à un réseau de birail aérien sur lequel

Stockage de pommes « Golden »
dans une des chambres froides du bâtiment
de stabulation

roulent des crochets auxquels sont suspendues des carcasses ou des balancelles. Des raccordements sont aménagés entre les locaux d'abattage et de parage et les chambres froides ou le tunnel. La hau-

teur du birail est de 3,60 m. Ce système de transport des viandes suprime les efforts et assure une bonne propreté des manipulations. Les balancelles supportées par des crochets sont utilisées pour la congélation de produits moulés tels que des fruits ou des œufs cassés. La liaison des réseaux aériens entre étages est assurée soit par monte-charge, soit par convoyeur réversible d'une capacité de 15 tonnes/heure. Dans les chambres froides à fruits du bâtiment de stabulation, la manutention des caisses se fait par des transporteurs électriques continus à chaîne. Ces appareils sont composés d'éléments mobiles de 5 mètres et suppriment toute reprise entre le camion et la pile d'arrimage. De cette façon, sont évités les chocs qui pourraient meurtrir les fruits lors de manipulations directes. L'ensemble de ces moyens de manutention assure à l'établissement une capacité de réception-expédition de 200 tonnes par jour. Les denrées traitées à l'entrepôt arrivent et partent soit par wagons, soit par camions, grâce aux quais d'expéditions côté rail ou côté route.

5. — Raccordements.

Il existe deux raccordements pour le départ ou l'arrivée des produits, l'un pour le rail et l'autre pour la route. Le quai-rail permet la réception simultanée de quatre wagons. Ce hall est situé à l'entresol du bâtiment principal, à proximité du local industriel, ce qui réduit les manipulations de marchandises en vue de leur préparation et de leur conditionnement. Deux voies de débord mettent à la disposition de l'entrepôt une réserve de vingt wagons. Du côté route du bâtiment principal, un quai routier à redent permet la réception de cinq

camions. Enfin une voie d'accès directe des véhicules existe pour l'approvisionnement des chambres du bâtiment de stabulation.

Ainsi que nous venons de le voir, l'équipement frigorifique d'Agen est des plus modernes et offre toutes les garanties voulues pour une conservation dans les meilleures conditions des denrées alimentaires qui lui sont confiées. Il est évident qu'aucune installation, si moderne soit elle, ne puisse encore être améliorée. C'est ainsi que l'entrepôt frigorifique d'Agen s'efforce chaque jour d'étudier et de mettre en œuvre des moyens plus importants. A cette fin, actuellement, des travaux d'extension sont en cours.

TROISIEME PARTIE

Le traitement des différents produits

Après avoir décrit l'installation frigorifique de l'entrepôt d'Agen, il importe de passer en revue les diverses denrées qui y sont traitées. En effet, l'entrepôt frigorifique d'Agen n'est pas seulement un centre de stockage, il est aussi un établissement de préparation pour de nombreuses denrées en vue de leur conservation par le froid. Parmi les nombreux produits traités, on peut citer notamment : la viande réfrigérée ou congelée, les œufs, les fruits, les organes destinés à l'opothérapie.

1. — La viande réfrigérée.

Au premier étage du bâtiment principal se trouve la salle de ressuage, au même niveau que le hall d'abattage. Après l'abattage, les carcasses sont dépouillées, éviscérées et parées, puis elles sont amenées à l'aide des crochets de suspension circulant sur le birail dans une petite salle d'attente située en dehors du hall d'abattage, sur le même palier. Cet épis d'attente évite l'ouverture fréquente de la salle de ressuage. Les carcasses sont donc véhiculées en groupe vers la réfrigération, ce qui

évite une importante perte de froid. A l'intérieur de ce local de ressuage, les carcasses les plus froides se trouvent les plus rapprochées du frigorifère. Ainsi le courant d'air froid passe-t-il sur celles-ci avant d'être en contact avec les carcasses encore chaudes. Une telle façon de procéder est des plus rationnelles, l'inverse en effet, provoquerait un dépôt de buée sur les carcasses froides, le courant d'air froid se chargeant d'humidité sur les carcasses chaudes.

2. — La viande congelée.

En quartiers. — Les carcasses sont débitées en quartiers qui sont ensuite enveloppés dans des stockinettes de coton avant d'être introduits dans le tunnel de congélation. A leur sortie, les quartiers de viande restent en moyenne 48 heures en congélation. A leur sortie, les quartiers sont répartis dans les chambres de stockage à basse température où ils sont empilés. Dans de telles conditions, la viande peut se conserver facilement 18 mois.

Viande de bovins désossée, congelée en caisses pour l'Intendance Militaire. — Régulièrement, chaque année, a lieu à l'abattoir d'Agen une campagne de viande congelée destinée à l'Armée. Elle débute en octobre ou novembre pour se terminer en mars ou avril. Au cours d'un telle campagne, 700 à 800 tonnes de viande désossée sont mises en caisses en vue de la congélation. L'abattage des animaux se fait sous la surveillance du Vétérinaire militaire. Après parage, inspection du point de vue sanitaire et ressuage, les carcasses sont visitées du point de vue qualitatif pour leur acceptation ou leur refus. Le Vétérinaire militaire concrétise sa visite par l'apposition du tampon de son service. Les viandes sont

ensuite placées en chambre froide à + 2 +4°C d'où elles seront retirées en vue de leur découpage au fur et à mesure de la mise en caisses. Le traitement de ces carcasses se fait dans le local industriel situé au rez-de-chaussée et dont la température ne dépasse pas + 10°C. Le désossage a lieu sous la surveillance d'officiers ainsi que le parage qui consiste à éliminer les tendons et la graisse superflue. La viande est ensuite découpée en morceaux selon la coupe préconisée par l'Intendance Militaire et répartie en caisses à rôtir et caisses à bouillir. La mise en caisses a lieu par catégorie après enveloppement des morceaux dans du papier cellophane doublé de papier sulfurisé. Enfin le cerclage est réalisé avant l'acheminement vers le tunnel de congélation où les caisses resteront 48 heures, de façon que la température à cœur soit inférieure à — 12°C. A leur sortie du tunnel, les caisses sont réparties dans des chambres froides à basse température où elles sont stockées. La durée maximum de stockage de cette viande est fixée à 15 mois. Tout au long de la chaîne de fabrication, les mesures d'hygiène rigoureuse sont observées. Dans ce but, à chaque interruption de travail, les instruments sont nettoyés consciencieusement et les locaux lavés à grande eau. Tout employé manipulant la viande, porteur d'un panaris ou autre plaie infectée se voit mis en congé. De cette façon sont évitées de nombreuses causes de pollution de la marchandise.

3. — Œufs congelés.

L'entrepôt frigorifique d'Agen possède aussi une casserie d'œufs industrielle en vue de leur congélation. Les œufs congelés sont, en effet, de plus en plus utilisés en France par les pâtisseries et les biscuiteries. Ce mode de conservation est des plus

intéressants du point de vue économique, car il permet un stockage à long terme des œufs. Lors des périodes de grosse production, c'est-à-dire au printemps, le prix des œufs diminue dans de grosses proportions. C'est donc à cette époque-là que la congélation présente de gros avantages. De plus, ce

La Casserie d'œufs

traitement réduit considérablement les frais d'emballage et de transports de par le faible volume occupé par les œufs sans coquille. Evidemment, un tel procédé entraîne certains frais de manutention mais les avantages qu'il présente, justifient de tels investissements. Afin d'obtenir une bonne conservation, les manipulations doivent se faire dans des

conditions d'hygiène rigoureuses. La casserie d'œufs occupe le local industriel se trouvant au rez-de-chaussée, où sont traitées, à des époques différentes de l'année, la viande désossée et les fruits. Les œufs sont cassés par des ouvrières spécialisées. Chaque ouvrière se trouve assise à une table sur

Casserie d'œufs
Remplissage des bidons et chargement des balancelles avant congélation

laquelle est fixée une petite lame métallique qui sert au cassage. Au-dessous de cette lamelle est placé un récipient dans lequel l'œuf cassé tombe. Chaque godet reçoit deux œufs, ce qui limite les pertes au cas où l'un des œufs est altéré ou possède

une odeur désagréable. A ce stade, les constituants des œufs peuvent être séparés par l'ouvrière, ce qui permet d'obtenir soit des jaunes, soit des blancs, soit des œufs entiers. Les œufs sont ensuite recueillis dans des seaux plus importants en matière plastique. Le contenu des seaux est alors brassé à l'aide d'un batteur afin d'éliminer les bulles d'air qu'il renferme, puis est versé dans des collecteurs situés à proximité de balances. Les œufs sont mis en bidons en forme parallèlipipédique à raison de 20 kilos par bidon. Le conditionnement peut toutefois être différent, les œufs sont alors coulés dans des sacs en polyéthylène moulés dans des plateaux d'une capacité de 10 kilos. Ainsi préparés, ils sont prêts à être dirigés vers la congélation. Les bidons sont alors placés sur les balancelles qui sont véhiculées, au moyen du birail et de l'ascenseur, vers le tunnel de congélation. A l'intérieur du local de la casserie, règne la plus grande propreté; la température y est maintenue aux environs de 8°C. Toute source d'odeur est éliminée afin que les ouvrières puissent apprécier l'odeur dégagée par les œufs cassés; aussi, l'interdiction de fumer est-elle de rigueur à l'intérieur du local. La capacité journalière de la casserie est de 15 tonnes. Après leur congélation, les œufs sont stockés dans les chambres froides ou expédiés en wagons frigorifiques.

4. — Les fruits réfrigérés.

Le département du Lot-et-Garonne étant essentiellement agricole, la ville d'Agen se trouve prédisposée comme centre de traitement des fruits. Son entrepôt frigorifique possède, à cet effet, une station fruitière particulièrement bien équipée. Différentes espèces de fruits y sont traitées et notamment les

pêches, les pommes et les poires. Le local de traitement des fruits frais se trouve au rez-de-chaussée, côté voie ferrée. Les manipulations sont réduites au minimum grâce à une mécanisation poussée. Les fruits arrivent soit par wagons, soit par camions et sont déchargés à quai. Ils sont ensuite triés et calibrés par des machines perfectionnées, sous le contrôle d'ouvrières spécialisées. Le calibrage des pêches se fait grâce à une chaîne de calibrage WEST-FRIESLAND dont la capacité est de 8 tonnes par jour. Pour les pommes et les poires, le triage et le calibrage se font par une chaîne CUTLER dont la capacité journalière est de 15 tonnes. Le conditionnement se fait en emballages normalisés. Les fruits sont ensuite expédiés ou mis en chambres de stockage du bâtiment de stabulation. Certains fruits en caisses, comme les pommes, sont parfois directement déchargés des camions et placés en chambres froides dont la température est de 0°C. Ces dernières sont dotées de transporteurs continus à chaînes, composés d'éléments de 5 mètres de long qui suppriment toute intervention manuelle du camion au local de stockage.

5. — FRUITS ET PULPES DE FRUITS CONGELÉS.

Certains fruits fragiles ne sont pas conservés à l'état réfrigéré mais à l'état congelé. Pour cela, ils doivent être triés, parfois équeutés et dénoyautés. Le triage, l'équeutage et le dénoyautage sont réalisés par des machines conçues à cet effet. Les fruits sont parfois sucrés ou subissent un traitement antioxydant, puis ils sont congelés dans des moules et sous pellicules cellulosiques. La capacité de tels récipients est de 10 kgs environ. Ces moules sont ensuite dirigés vers la congélation sur balancelles. Après congé-

lation, les fruits sont démoulés et mis en boîtes de carton avant d'être expédiés ou stockés. Cette chaîne de conditionnement peut traiter 10 tonnes de fruits par jour.

Conditionnement de pommes
Triage-calibrage sur chaîne CUTLER

Parmi les spécialités de la station d'Agen figurent les fraises du Lot et de l'Aveyron, les griottes de Montauban, les abricots du Roussillon, les prunes Reines-Claude et les Prunes bleues de la région.

6. — Les organes destinés a l'opothérapie.

On peut enfin, citer parmi les marchandises congelées à l'entrepôt frigorifique d'Agen, les organes destinés à la fabrication de médicaments opothérapiques. C'est le cas de la bile, des ovaires, pancréas et testicules. Dès l'abattage, ils sont collectés dans des caisses refroidies à — 20°C afin d'éviter toute altération des produits qu'ils contiennent. Cette congélation n'offre évidemment pas, un débouché important au frigorifique de par le poids d'organes traités, mais elle confirme la confiance que l'on peut avoir dans les méthodes et les moyens, du point de vue de l'hygiène, dont on dispose à l'abattoir et à l'entrepôt frigorifique d'Agen.

CONCLUSION

A l'époque actuelle où tout commerce exige une qualité de choix, la ville d'Agen, de par sa situation privilégiée au sein d'une région agricole étendue et prospère, se devait de posséder un matériel de qualité pour le traitement des produits de son sol. Elle l'a acquis grâce à son abattoir et à son entrepôt frigorifique. Le traitement rationnel des produits, la mécanisation des différentes étapes de la manutention suppriment toute manipulation inutile et augmentent le rendement. Les conditions d'hygiène dans lesquelles travaillent les ouvriers, font de l'entrepôt frigorifique d'Agen un centre important, sur le plan national, de traitement des produits agricoles. Ses installations frigorifiques, dotées des derniers perfectionnements de la technique moderne, assurent à ses marchandises entreposées, une conservation à long terme. M. PIETTRE, l'un des promoteurs de cette importante réalisation, parlant de l'abattoir d'Agen écrivait : « Cet établissement pourra être considéré comme un modèle définitif applicable aux abattoirs municipaux français, si on n'apporte pas de modifications trop importantes au plan primitif... Nous pensons que l'abattoir d'Agen, par sa construction, son équipement mécanique et frigorifique, le traitement de ses sous-produits, par son exploitation éco-

nomique, pourrait servir de modèle, encore perfectible d'ailleurs, aux abattoirs de France qui devront être modernisés ou reconstruits. »

La France, à la veille du marché commun, doit pouvoir concurrencer les produits étrangers. L'industrie frigorifique est vouée à jouer un rôle important sur le plan commercial international. L'entrepôt frigorifique d'Agen est un jalon sur cette voie. Cependant, un tel appareillage n'offre d'intérêt que s'il est géré de façon rationnelle par des spécialistes des questions frigorifiques. La ville d'Agen a fait preuve de jugement en chargeant de la gérance des installations, la Compagnie des Entrepôts et Gares frigorifiques. L'Agenais, grâce à cette réalisation de la technique moderne peut envisager l'avenir sur le plan commercial avec sérénité. Il serait souhaitable que de tels établissements voient le jour en France, dans un avenir prochain, apportant ainsi des possibilités accrues dans le domaine agricole.

Vu : *Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire*
rapporteur,
Ch. LOMBARD.

Vu : *Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire,*
P. PONS.

Vu : *Le Président de la Thèse,*
ANDRIEU.

Vu : *Le Doyen,*
LAZORTHES.

Vu et permis d'imprimer :

Toulouse, le 5 janvier 1961.

Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,
DOTTIN.

BIBLIOGRAPHIE

ANQUEZ M. : La conservation frigorifique des œufs et des volailles en France. *Revue Générale du Froid*, 1956, *11*, 1142-1146.

ANQUEZ M. : Les chambres froides à fruits : problèmes économiques. *Rev. Gén. Froid*, 1958, *10*, 959-963.

BRÉVOT G. : Progrès apportés par la mécanisation dans la commercialisation des viandes. *Rev. Gén. Froid*, 1958, *7*, 671-678.

CLAISSE J. : Danger des installations frigorifiques. Thèse Alfort, 1946.

COPPIN Y. : L'équipement frigorifique de l'abattoir de Lourdes. *Rev. Gén. Froid*, 1957, *3*, 257.

GAC A. : Les chambres froides à fruits. Leur construction. *Rev. G.én. Froid*, 1958, *10*, 949-955.

GANGER G. : Quelques problèmes de rentabilité dans la construction d'entrepôts frigorifiques. *Rev. Gen. Froid*, 1957, *4*, 393.

GRASSET E. : La mécanisation dans les abattoirs du point de vue hygiénique. *Rev. Gén. Froid*, 1958. *7*, 663-669.

LANG Otto : Le dégivrage des appareils frigorifiques dans les installations collectives de congélation. *Rev. Gén. Froid*, 1957, *8*, 855.

PIETTRE M. : Inspection des viandes et des aliments d'origine carnée. Paris, Librairie J.B. Baillerie et fils, 1952, *1*, 149-205.

ROUSSEL L. et VIDAL P. : Propos sur l'hygrométrie dans l'entreposage frigorifique. *Rev. Gén. Froid*, 1957, *10*, 1037-1040.

Thévenot R. : Physionomie mondiale de l'équipement frigorifique. *Rev. Gén. Froid,* 1958, *6,* 55 à 63.

Van Hiele M.-T. : Le triage, le calibrage et les méthodes d'emballage des fruits. *Rev. Gén. Froid,* 1958, *10,* 939-945.

Villepigue A. et Audema M. : L'abattoir et l'entrepôt frigorifique d'Agen. *Rev. Gén. Froid,* 1956, 7, 715-742.

Ministère de l'Agriculture, Direction générale du Génie Rural et de l'Hydraulique Agricole. Instruction technique pour l'étude et la construction des abattoirs. 2e édition, 1956.

Les productions photographiques sont dues à Technic-Photo, Jano et Reporter-Photo.

Table des Matières

INTRODUCTION. 9

PREMIÈRE PARTIE

LES AVANTAGES QUE PRESENTE L'USAGE DU FROID DES POINTS DE VUE HYGIENIQUE, ECONOMIQUE ET SOCIAL DANS LA CONSERVATION DES DENREES ALIMENTAIRES. 11

1. — *Conservation des aliments d'origine animale et végétale*. 12

2. — *Stérilisation des viandes faiblement parasitées*..... 18

3. — *Avantages des points de vue économique et social*.... 21

DEUXIÈME PARTIE

LE MATERIEL FRIGORIFIQUE D'AGEN..... 25

A. — *Bref historique*. 26
Principales productions. 26

B. — *Description de l'appareillage*..... 28

1. — Le Bâtiment des machines. 28

2. — Les régleurs ou détendeurs, les évaporateurs et les bacs à saumure. 35

3. — Les Canalisations. 36

4. — Les Chambres froides et les appareils de distribution. 37

Appareils de distribution. 40

5. — Raccordements. 46

Troisième Partie

LE TRAITEMENT DES DIFFERENTS PRODUITS..... 49

1. — La viande réfrigérée. 49

2. — La viande congelée. 50

3. — Œufs congelés. 51

4. — Les fruits réfrigérés. 54

5. — Fruits et Pulpes de fruits congelés. 55

6. — Les organes destinés à l'opothérapie. 57

CONCLUSION. 59

Bibliographie. 63